

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 37 16 771 A 1**

⑤1 Int. Cl. 4:  
**H02K 1/04**

②1 Aktenzeichen: P 37 16 771.5  
②2 Anmeldetag: 19. 5. 87  
④3 Offenlegungstag: 8. 12. 88

DE 37 16 771 A 1

⑦1 Anmelder:

Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

⑦2 Erfinder:

Rosenberg, Heinz, Dipl.-Ing., Wöllersdorf, AT;  
Heerlein, Manfred, Dipl.-Ing. (FH), 8740 Bad  
Neustadt, DE; Stapf, Karl, 8745 Ostheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Anordnung eines magnetische Wechselflüsse führenden Ständerblechpaketes einer elektrischen Maschine

Bei einer bekannten Anordnung dieser Art ist zwischen dem Ständerblechpaket und dem Gehäuse der Maschine ein aus amagnetischem Material bestehende Überbrückung angeordnet.

Die magnetischen Streufelder sollen bei dieser Anordnung durch die in der Überbrückung induzierten Wirbelströme induktiv gedämpft werden. Das ergibt Zusatzverluste und die Eigenerwärmung der Überbrückung behindert die Abfuhr der im Ständer entstehenden Verlustwärme. Durch die neue Anordnung sollen die das Gehäuse durchsetzenden Streuflüsse gegenüber den bekannten Anordnungen ohne Überbrückung durch die Überbrückung vermindert und Zusatzverluste in der Überbrückung mit der sich daraus ergebenden Beeinträchtigung der Wärmeabfuhr aus dem Ständerblechpaket vermieden werden.

Hierzu weist die Überbrückung (4; 9; 10; 12; 19; 21) einen Wirbelströme unterdrückenden Aufbau auf.

Elektrische Maschine mit einem magnetische Wechselflüsse führenden Ständerblechpaket.

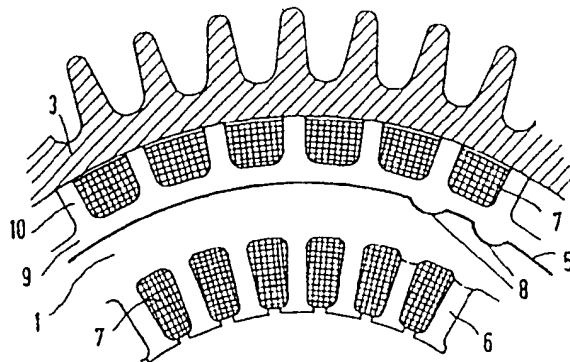


FIG 2

DE 37 16 771 A 1

## Patentansprüche

1. Anordnung eines magnetische Wechselflüsse führenden Ständerblechpaketes einer elektrischen Maschine, **dadurch gekennzeichnet**, daß zwischen der Außenfläche des Ständerblechpaketes (1) und der Innenfläche des Gehäuses (3, 13) ein radialer Abstand mit einer aus einem amagnetischen Werkstoff mit guter Wärmeleitfähigkeit bestehenden Überbrückung (4; 9; 10; 12; 19; 21) desselben vorge-  
sehen ist, die eine Wirbelströme unterdrückende Ausbildung aufweist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Überbrückung (4; 9; 10; 12; 19; 21) aus voneinander isolierten Metallblechen, vorzugsweise aus Kupfer oder Aluminium besteht.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Überbrückung (4; 9; 10; 12; 19; 21) aus Aluminiumblechen besteht, die durch Aluminiumoxid isoliert sind.
4. Anordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Überbrückung aus einem den gesamten Raum zwischen dem Ständerblechpaket (1) und dem Gehäuse (3) ausfüllenden Ring (4) besteht.
5. Anordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Überbrückung aus einem an der Außenfläche des Ständerblechpaketes (1) aufsitzenden Ring (9) und mehreren sich an diesen außen anschließenden und bis zur Innenfläche des Gehäuses (3) erstreckenden Stegen (10) besteht.
6. Anordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß an der Außenseite des Ständerblechpaketes (1) mit dessen Zähnen (6) auf gleichem Radius korrespondierende Ausnehmungen (8) vorgesehen sind, in die entsprechende Ansätze des aufsitzenden Ringes (9) flächenberührend eingreifen.
7. Anordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Überbrückung aus einem an der Außenfläche des Ständerblechpaketes (1) aufsitzenden und an der Innenfläche des Gehäuses (13) anliegenden Ring (12) besteht, der mit über den Umfang verteilten von einem Kühlmittel durchströmten Öffnungen (16) versehen ist.
8. Anordnung nach Anspruch 4, 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (4; 9; 12) auf das Ständerblechpaket (1) aufgeschrumpft ist.
9. Anordnung nach Anspruch 4, 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl der Ring (12) an der Innenseite als auch das Ständerblechpaket (1) an der Außenseite miteinander korrespondierende sägezahnartige Konturen aufweisen, wobei die in radialer Richtung benachbarten Flanken (14, 15) der sägezahnartigen Konturen gleiche Steilheit haben.
10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen den sägezahnartigen Konturen des Ringes (12) und des Ständerblechpaketes (1) bei Flächenberührung der Flanken (14, 15) freibleibenden Zwischenräume (11) mit einer Ver-  
gußmasse ausgefüllt sind.
11. Anordnung nach Anspruch 4, 5, 6, 7, 8, 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Ring (4; 9; 12) und dem Ständerblechpaket (1) eine dünne elektrisch isolierende Schicht (5) vorgesehen ist.
12. Anordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Ring (4; 9; 12) und das Ständerblechpaket (1) durch die isolierende Schicht (5) miteinander verklebt sind.

13. Anordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Überbrückung aus einzelnen voneinander getrennten Stegen (19) besteht, die an der Außenfläche des Ständerblechpaketes (1) angeklebt sind und bis zur Innenfläche des Gehäuses (13) reichen.

14. Anordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Überbrückung aus einzelnen voneinander getrennten Stegen (21) besteht, die in an der Außenseite des Ständerblechpaketes (1) angeordnete Nuten eingeklebt sind und bis zur Innenfläche des Gehäuses (13) reichen.

15. Anordnung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die an der Außenseite des Ständerblechpaketes (1) angeordneten Nuten mit den Zähnen (6) auf der Innenseite des Ständerblechpaketes (1) auf gleichem Radius korrespondieren.

16. Anordnung nach Anspruch 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den einzelnen Stegen (10; 19; 21) die äußeren Teile einer Ringwicklung (7) angeordnet sind.

17. Anordnung nach Anspruch 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, daß Querschnitte (18) zwischen den einzelnen Stegen (10; 19; 21) von einem Kühlmittel durchströmt sind.

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung eines magnetische Wechselflüsse führenden Ständerblechpaketes einer elektrischen Maschine.

Bei den bisher allgemein üblichen Ausführungen solcher Maschinen ist das Ständerblechpaket entweder über seinen ganzen Umfang oder einen Großteil desselben an der Innenseite des metallenen Gehäuses satt anliegend angeordnet oder das Gehäuse ist mit radial nach innen gerichteten massiven Stegen versehen, die das Ständerblechpaket aufnehmen. Bei einer anderen Anordnung weist das Ständerblechpaket nach außen gerichtete Zähne auf, die im Gehäuse anliegen.

Bei Maschinen mit magnetisch hochgesättigtem Ständerjoch — z.B. mit durch eine Ringwicklung zwecks Steuerung des Nutzflusses veränderlich sättigbarem Ständerjoch — oder Maschinen für hohe Frequenzen weisen die vorstehend beschriebenen Anordnungen folgende Nachteile auf: Liegt das Ständerblechpaket an der Innenseite des Gehäuses satt an, so durchsetzen magnetische Streufelder aus dem Ständerjoch das Gehäuse, die umso größer sind, je höher das Ständerjoch magnetisch gesättigt ist. Diese Streufelder erzeugen im Gehäuse Wirbelströme, die hohe Zusatzverluste hervorrufen und damit den Wirkungsgrad der Maschine bedeutend vermindern können. Bei hohen Frequenzen genügt bereits eine mäßige Ständerjochsättigung, um durch die Streufelder im Gehäuse beträchtliche Wirbelstromverluste entstehen zu lassen. Ist das Gehäuse mit radialen Stegen versehen, die das Ständerblechpaket aufnehmen, so können in diesen Stegen ebenfalls bedeutende Wirbelstromverluste auftreten, außerdem ist der Wärmeübergang dieser Stege — insbesondere bei eisernen Gehäusen — beeinträchtigt. Bei einem Ständerblechpaket mit im Gehäuse anliegenden Zähnen an seiner Außenseite, die bisher z.B. bei Maschinen mit Ringwicklung vorgesehen werden, ist der Wärmeübergang entsprechend der geringen Wärmeleitfähigkeit von Dynamo-  
blech noch schlechter, außerdem ergeben diese Zähne eine gute magnetische Leitfähigkeit für die Streufelder zum Gehäuse, was die Ausbildung von Wirbelströmen

in diesem begünstigt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung eines magnetische Wechselflüsse führenden Ständerblechpaketes einer elektrischen Maschine so auszubilden, daß der Wirkungsgrad der Maschine verbessert und die Wärmeabfuhr aus dem Ständerblechpaket nicht beeinträchtigt wird.

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt nach der Erfindung dadurch, daß zwischen der Außenfläche des Ständerblechpaketes und der Innenfläche des Gehäuses ein radialer Abstand mit einer aus einem amagnetischen Werkstoff mit guter Wärmeleitfähigkeit bestehenden Überbrückung desselben vorgesehen ist, die eine Wirbelströme unterdrückende Ausbildung aufweist. Eine derartige Ausbildung der Überbrückung wird vorzugsweise dadurch erreicht, daß diese aus voneinander isolierten amagnetischen Metallblechen, vorzugsweise aus Kupfer oder Aluminium, besteht.

Durch die radiale Erstreckung der Überbrückung und ihren amagnetischen Werkstoff wird erreicht, daß die das Gehäuse durchsetzenden Streufelder und damit die von ihnen erzeugten Wirbelstromverluste stark vermindert sind. Da in der Überbrückung selbst keine nennenswerten Wirbelstromverluste entstehen, wird die Wärmeabfuhr aus dem Ständerblechpaket nicht durch eine zusätzliche Wärmequelle in der Überbrückung beeinträchtigt. Die Verminderung der Wirbelstromverluste im Gehäuse bei gleichzeitiger Unterdrückung solcher Verluste in der Überbrückung ergibt gegenüber den vorstehend angeführten üblichen Anordnungen des Ständerblechpaketes eine Verbesserung des Wirkungsgrades.

Eine Anordnung mit einer aus amagnetischem Metall guter Wärmeleitfähigkeit bestehender Überbrückung zwischen Ständerblechpaket und Gehäuse ist durch die DE-OS 23 51 877 bereits bekannt. Diese Anordnung bezweckt jedoch nur die Dämpfung der Streufelder von Ringwicklungen durch Wirbelströme in der Überbrückung, die deshalb massiv ausgebildet sein muß. Die durch diese Wirbelströme entstehende Verringerung des Wirkungsgrades und Beeinträchtigung der Wärmeabfuhr aus dem Ständerblechpaket werden dabei zugunsten des Erfindungszweckes in Kauf genommen. Die vorliegende Erfindung bezweckt hingegen eine Verbesserung des Wirkungsgrades und unbeeinträchtigte Wärmeabfuhr aus dem Ständerblechpaket gegenüber den bekannten Anordnungen mit oder ohne Überbrückung. Sie erreicht dies durch eine Überbrückung mit Wirbelströme unterdrückender Ausbildung, die demgemäß auch keine Streufelddämpfung bewirkt. Die oben angeführte und die vorliegende Anmeldung unterscheiden sich demnach sowohl durch den Erfindungszweck als auch durch die Ausbildung und Wirkungsweise der Überbrückung.

Anhand in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele wird die Erfindung nachfolgend näher erläutert. Es zeigt:

**Fig. 1** eine Anordnung eines Ständerblechpaketes mit üblicher Trommelwicklung im Gehäuse einer oberflächengekühlten Maschine,

**Fig. 2** eine Anordnung eines Ständerblechpaketes mit Ringwicklung im Gehäuse einer oberflächengekühlten Maschine,

**Fig. 3 und Fig. 4** eine Anordnung eines Ständerblechpaketes im Gehäuse einer innengekühlten Maschine mit für gute Wärmeabfuhr ausgebildeter und mit dem Ständerblechpaket formschlüssig verbundener Überbrück-

**Fig. 5** eine Anordnung eines Ständerblechpaketes im Gehäuse einer innengekühlten Maschine mit aus einzelnen Stegen bestehender Überbrückung und

**Fig. 6** eine Anordnung eines Ständerblechpaketes mit Ringwicklung im Gehäuse einer innengekühlten Maschine mit aus einzelnen Stegen bestehender Überbrückung.

Wie in **Fig. 1** dargestellt, ist zwischen einem Ständerblechpaket **1**, das eine Trommelwicklung **2** trägt und einem außen gerippten Gehäuse **3** eine Überbrückung **4** angeordnet. Sie besteht aus voneinander isolierten Kupfer- oder Aluminiumblechen, die miteinander verklebt oder am äußeren Umfang verschweißt sind. Die Überbrückung **4** ist vom Ständerblechpaket **1** durch eine dünne Isolationsschicht **5** getrennt, die verhindert, daß die Bleche der Überbrückung **4** und des Ständerblechpaketes **1** durch metallischen Kontakt leitende Verbindungen zwischen den einzelnen Blechen herstellen, was Wirbelstromverluste ergeben würde. Die Isolationsschicht **5** kann auch durch einen das Ständerblechpaket **1** und die Überbrückung **4** verbindenden Klebstoff gebildet sein. Wenn die Überbrückung **4** aus Aluminiumblechen besteht, reicht im allgemeinen die an ihrer Oberfläche stets vorhandene Aluminiumoxydschicht zur Isolierung aus. Nötigenfalls kann diese Schicht durch Eloxieren verstärkt oder durch eine andere Isolation — z.B. Backlack, der die Bleche miteinander verklebt — ergänzt werden. Ist die Überbrückung **4** aus Kupferblechen aufgebaut, die gegenüber Aluminiumblechen den Vorteil einer um 71 % höheren Wärmeleitfähigkeit aufweisen, so können diese Bleche in gleicher Weise wie Dynamobleche, z.B. durch Papierbeklebung oder Lackschichten, isoliert werden.

Ein wesentlicher und mit der radialen Höhe der Überbrückung **4** zunehmender Teil der aus dem Ständerblechpaket **1** austretenden Streufelder verläuft in dieser Überbrückung, deren Blechung Wirbelströme unterdrückt. Da Kupfer bzw. Aluminium die 18- bzw. 11-fache Wärmeleitfähigkeit von mittellegiertem Dynamoblech aufweist, bleibt der Wärmeübergang von Ständerblechpaket **1** zum Gehäuse **3** durch die Überbrückung **4** praktisch ungehindert.

Bei dem in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel ist in den Nuten eines Ständerblechpaketes **1** eine Ringwicklung **7** angeordnet. Die geblechte Überbrückung vom Ständerblechpaket **1** zu dem gerippten Gehäuse **3** besteht aus einem an der Außenfläche des Ständerblechpaketes **1** anliegenden Ring **9** und sich an diesen außen anschließenden und bis zur Innenfläche des Gehäuses **3** reichenden Stegen **10**. Die äußeren Teile der Ringwicklung **7** sind zwischen den Stegen **10** untergebracht, weshalb die Anzahl dieser Stege gleich der Anzahl der Zähne **6** des Ständerblechpaketes **1** ist und die Stege **10** mit den Zähnen **6** auf gleichem Radius korrespondieren. Zwischen dem Ring **9** und dem Ständerblechpaket **1** ist eine dünne Isolationsschicht **5** vorgesehen, die fallweise auch eine Verklebung der beiden Teile bewirkt. Diese Verklebung kann auch durch Schrumpfsitz des Ringes **9** auf dem Ständerblechpaket **1** ersetzt oder ergänzt werden. Aufgrund der großen Wärmeausdehnungskoeffizienten von Kupfer und Aluminium ist für das Aufschrumpfen nur eine mäßige Erwärmung des mit den Stegen **10** versehenen Ringes **9**, fallweise unterstützt durch Abkühlung des Ständerblechpaketes **1**, erforderlich.

Eine Ringwicklung **7** wird meist vorgesehen, um mit ihr einen veränderbaren tangentialen Magnetfluß im

entsprechende Jochsättigung den magnetischen Nutzfluß einer Maschine steuern zu können. Da dieser tangentielle Magnetfluß an den Ansatzstellen der Zähne 6 teilweise in diese ausweicht — in Fig. 2 rechts gestrichelt angedeutet — kann eine unerwünschte örtliche Sättigungsminderung durch Verringerung des Jochquerschnittes in diesen Zonen verhindert werden. Dies wird durch Ausnehmungen 8 an der Außenseite des Ständerblechpaketes 1 erreicht, die mit den Zähnen 6 auf gleichem Radius korrespondieren. In Fig. 2 sind derartige Ausnehmungen 8 beispielhaft für zwei Zähne 6 gezeichnet. Um den Wärmeübergang vom Ständerblechpaket 1 zum Ring 9 durch die Ausnehmungen 8 nicht zu vermindern, sind am Ring 9 Ansätze vorgesehen, die in die Ausnehmungen 8 flächenberührend eingreifen.

Die Ausbildung des Ringes 9 und der Stege 10 nach Fig. 2 kann auch bei einer innengekühlten Maschine Verwendung finden, indem die Querschnitte zwischen den benachbarten Stegen 10, dem Ring 9 und dem Gehäuse 3 so bemessen werden, daß neben oder — bei Maschinen mit Trommelwicklung — anstelle der Ringwicklung 7 der axiale Durchtritt ausreichender Kühlluftmengen möglich ist. Bei Maschinen mit Trommelwicklung ist dann die Anzahl und Anordnung der Stege 10 von jener der Zähne 6 unabhängig.

Aus Fig. 3 und Fig. 4 geht ein weiteres Ausführungsbeispiel für innenbelüftete Maschinen mit Trommelwicklung hervor. Ein vorzugsweise aus Kupfer- oder Aluminiumblechen bestehender Ring 12 bildet die Überbrückung von dem Ständerblechpaket 1 zu einem mit glatter Oberfläche ausgeführten Gehäuse 13 und weist eine Anzahl von Öffnungen 16 für den Durchtritt von Kühlluft auf. Die Innenseite des Ringes 12 und die Außenseite des Ständerblechpaketes 1 weisen miteinander korrespondierende sägezahnartige Konturen auf, die, wie aus Fig. 3 ersichtlich, ein berührungsfreies Ineinanderschieben des Ständerblechpaketes 1 und des Ringes 12 ermöglichen. Die in radialer Richtung benachbarten Flanken 14 und 15 der beiden sägezahnartigen Konturen haben gleiche Steilheit, so daß nach dem Ineinanderschieben des Ständerblechpaketes 1 und des Ringes 12 und Relativverdrehung im Sinne des Pfeiles 17 in Fig. 3 die Flanken 14 und 15 mit Flächenberührung aneinanderliegen, wie aus Fig. 4 zu entnehmen ist. Die dabei zwischen den in tangentialer Richtung benachbarten Flanken der sägezahnartigen Konturen freiwerdenden Zwischenräume 11 werden mit einer Vergußmasse ausgefüllt. Die in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellte Verbindung des Ständerblechpaketes 1 mit dem Ring 12 kann aufgrund ihrer Formschlüssigkeit große Drehmomente übertragen, ohne daß beim Zusammenbau die Gefahr von Beschädigungen besteht.

Fig. 5 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine innengekühlte Maschine, bei der die Überbrückung von dem Ständerblechpaket 1 zu dem Gehäuse 13 aus einzelnen voneinander getrennten geblechten Stegen 19 besteht, zwischen denen die Kühlluft axial durchströmt. Die Stege 19 sind an den Außenflächen des Ständerblechpaketes 1 mit einer isolierenden Klebeschicht 20 befestigt. Sie sind an beiden Enden verbreitert, um die Haftung und den Wärmeübergang zu verbessern.

Fig. 6 stellt ein Ausführungsbeispiel für eine innengekühlte Maschine mit Ringwicklung dar. Geblechte Stege 21, die die Überbrückung zwischen dem Ständerblechpaket 1 und dem Gehäuse 13 bilden, sind in Nuten an der Außenseite des Ständerblechpaketes 1 eingeklebt. Sie sind mit den Zähnen 6 des Ständerblechpaketes

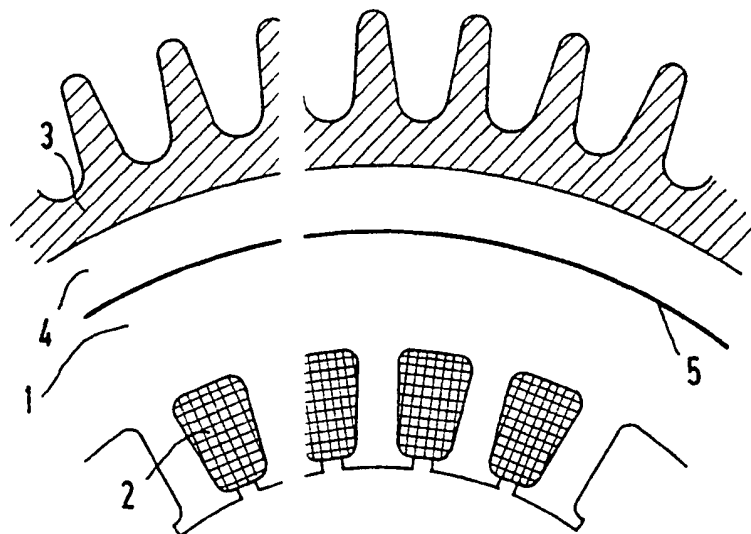
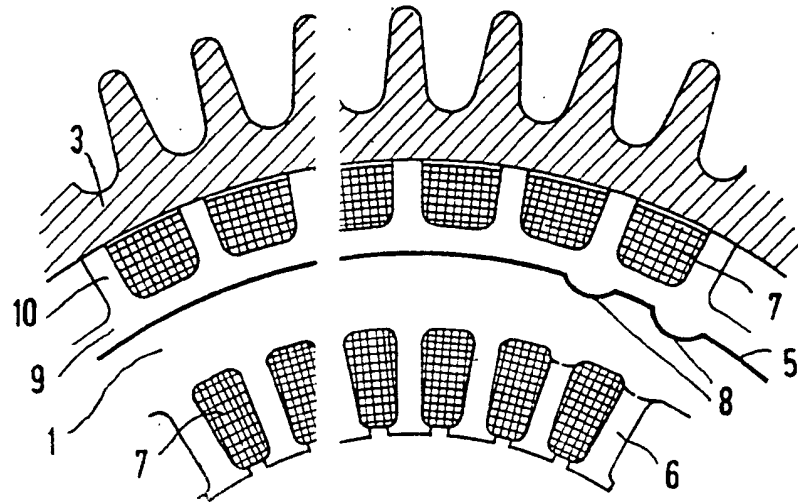
1 auf gleichem Radius korrespondierend angeordnet. Zwischen ihnen sind die Außenteile der Ringwicklung 7 untergebracht, der dabei freibleibende Querschnitt 18 wird von Kühlluft durchströmt.

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

FIG. 12  
37 16 771  
H 02 K 1/04  
19. Mai 1987  
8. Dezember 1988

3716771

1/2



2/2

3716771

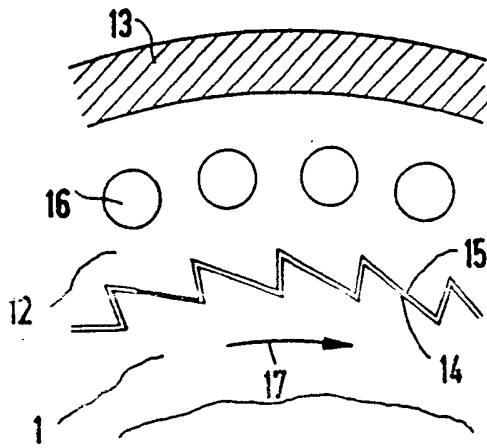


FIG 3

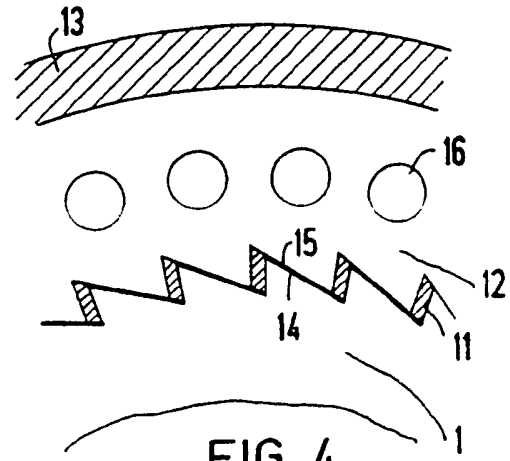


FIG 4

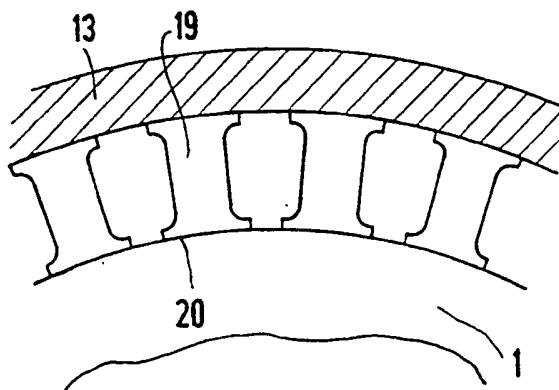


FIG 5

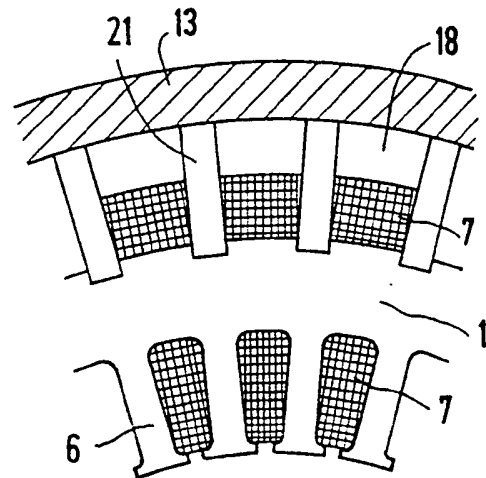


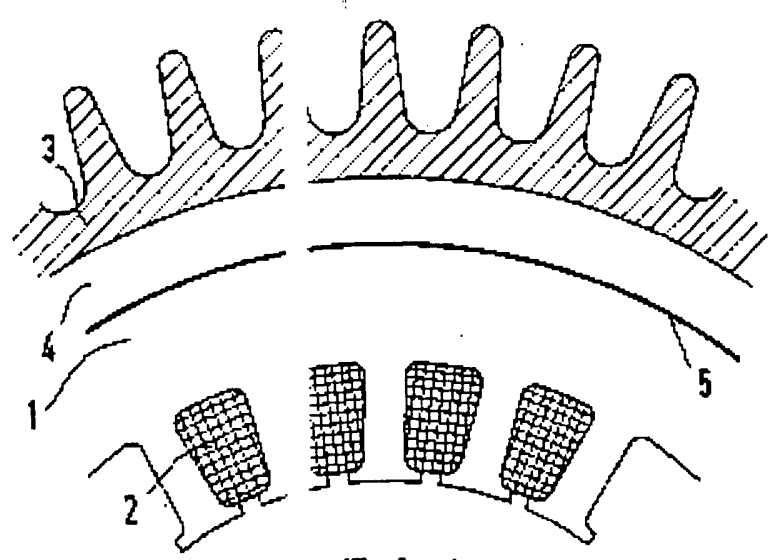
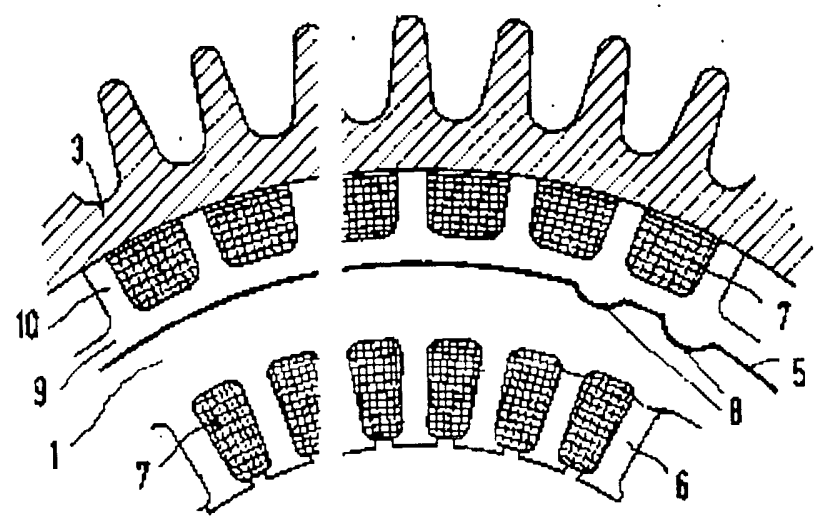
FIG 6

3716771

1/2

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

37 16 771  
H 02 K 1/04  
19. Mai 1987  
8. Dezember 1988



2/2

3716771

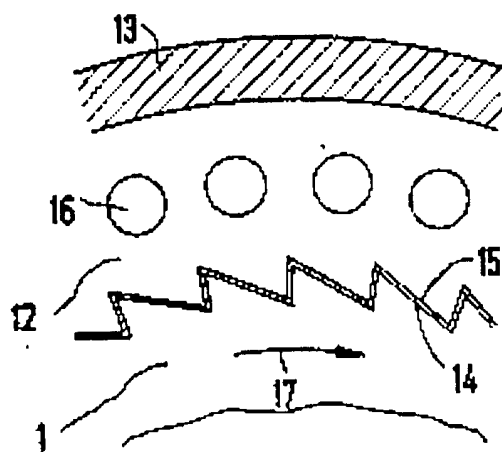


FIG 3

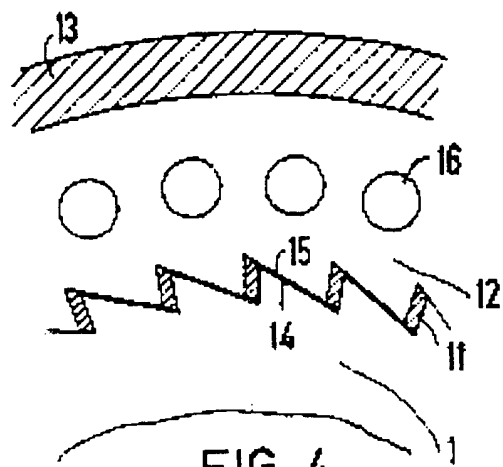


FIG 4

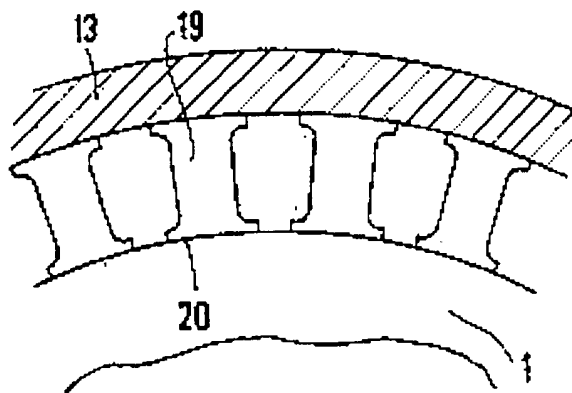


FIG 5

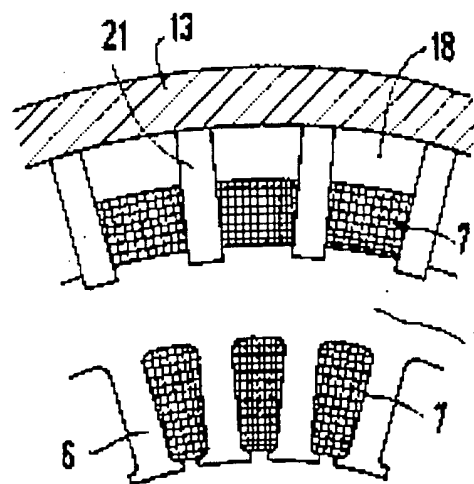


FIG 6